

ウェアラブル筋電計による早食い抑制咀嚼ゲーミフィケーション Gamification of Mastication for Quick Eating Prevention Using a Wearable EMG Sensor

若松 大作[†] 帆足 啓一郎[†] 太田 英作[‡] 篠塚 真伸[‡] 青木 駿介[‡]
Daisaku Wakamatsu Keiichiro Hoashi Eisaku Ohta Manaka Shinozuka Shunsuke Aoki

1. はじめに

平成 21 年国民健康・栄養調査によると、成人男性の約半数が食べるのが速いと回答し、特に肥満者にその傾向があることが知られている[1]。また、よく噛んでゆっくり食べることが食事誘発性熱産生を増加させることから[2]、早食いの習慣が肥満の一因になると考えられる。

一方、咀嚼回数を向上する目的で、多様な咀嚼計数システムの提案がされている [3] [4]。しかし、肥満予防のために早食いの抑制を目的にしたシステムの実現例はなく、咀嚼計数システムによる早食い抑制効果の有無も知られていない。また、食事の邪魔にならない手軽な咀嚼計数システムも存在しない。

本研究では、提案手法として、手軽に咀嚼を計測するウェアラブル筋電計と、早食いを抑制するために食事時間と咀嚼回数の増加を促す咀嚼ゲーミフィケーション・アプリを開発した。そして、成人男性を対象にした食事評価実験を通じて提案手法による早食い抑制効果を確認した。

2. 提案手法

本研究では、咀嚼回数をフィードバックするだけではなく、食事時間と咀嚼回数の両方を増加させる仕掛けとして咀嚼をゲーム化してシステムに組み込むことが早食い抑制を促すと考えた。そこで、咀嚼をセンシングするためのウェアラブル筋電計、その信号を処理し咀嚼を計数する機能、ならびにゲーミフィケーション機能が搭載されたアプリをそれぞれ開発した。

2.1 ウェアラブル筋電計

本研究では、使用者の負担にならず手軽に咀嚼を計測する機能が必要と考え、その手段として電極配置に特徴があるウェアラブル筋電計を開発した(図 1)。電極配置は、側頭筋から咬筋の中間位置である左右の頬骨付近にした。本配置により、左右同時に動く筋活動を 1 チャンネルのセンサで捉え、片方の筋だけを計測するよりも安定した信号検出を可能にする。また、電極を皮膚に密着させるために、デバイスの荷重が電極面に加わるよう工夫し、市販のサングラスに取り付けた。GND 電極は鼻パッドとモダンに配置した。ウェアラブル機器に重要となる小型軽量化と低消費電力化のため、NeuroSky 製 TGAM1 を使用した。Bluetooth®2.1+EDR により信号を送信し、同社提供の SDK を用いたゲーミフィケーション・アプリで受信する。

2.2 ゲーミフィケーション・アプリ

本研究に必要となる咀嚼計数機能とゲーミフィケーション機能をスマートフォン・アプリとして開発した。咀嚼計数機能では、咀嚼運動の周期性を利用し、筋電計で捉えた

信号の中から 0.375～1.5 秒の周期で 2 波以上発生する信号を咀嚼とし計数した。

ゲーミフィケーション機能は、咀嚼に連動して怪物がアイテムを食べ進むアイテム収集型ゲームとした。特徴は 2 点あり、1 食につき全アイテムの収集をゴールして適切な食事時間と咀嚼回数を黙示することと、咀嚼間隔が 0.5 秒未満にな



※実験では遮光板を外して使用した

図 1 ウェアラブル筋電計



図 2 ゲーミフィケーション・アプリ

ると直接的に警告を発し咀嚼のペースダウンを促す(図 2)ことである。そのほか、食事を楽しむために 1 口 30 回等の噛む回数を強要せず、食事に集中するためにゲーム開始後は一切の操作を不要とした。

3. 評価

提案方式による早食いの抑制効果を確認するため、食事中に本アプリを使った場合と使わない場合とで食事時間と咀嚼回数を計測する。具体的には、「アプリを提示しない」条件 C と「咀嚼回数計数のみ」条件 M と「ゲーミフィケーション」条件 G との 3 条件で比較評価した。

3.1 評価方法

口腔および心身が健康な成人男性 21 名(20~43 歳 平均 26.7 ± 8.11 歳, BMI 平均 22.5 ± 3.01)の実験参加者に 3 条件で日を別にして同一の食事をしてもらった(のべ実験数 63 回)。

概日リズムや食欲の変化の影響を軽減するため、各実験参加者の実験時間帯を 11~14 時、17~20 時のうち同一時間帯内で 3 条件すべてを実施するスケジュールとした。

食事内容は、質と量が安定している食べものとして、カツサンド(3 切)、フレッシュサラダ、緑茶 350 ml (いずれも市販品)とし、カツサンドとサラダの完食までを計測した。

実験参加者へのアンケートは、実験前の調査、実験の前後、そして実験後の 3 種類を実施した。実験前に調査する項目として、その日の食欲に影響する体調不良者をスクリーニングするための項目と、普段の早食いの度合いを 7 段階で回答する項目、各実験の前後には、各条件による気分変化を調査する項目として、「今の空腹感」と「実験で提供される食事の好み」、 「今の楽しさの気分」を 7 段階で回答する項目を設けた。そして、実験後に食べ方に関する

[†] KDDI 総合研究所, KDDI Research, Inc.

[‡] 電通サイエンスジャム, Dentsu ScienceJam Inc.

意識変化を調査する項目として、「噛む回数を意識したか」、「ゆっくり食べようと思意識したか」を 7 段階で回答する項目と、その理由を確認するための意見自由記述欄を設けた。

実験手続きは、筋電計測アプリを使った食事の様子をモニタしたいことを伝え、実験初日にインフォームドコンセントを実施し、各日毎の実験前アンケートを実施、その後、ウェアラブル筋電計を装着し、順序効果を排除するため 3 条件のうち 1 つの条件を均等になるようランダム選択して食事時間と咀嚼回数をアプリ計測した。そして、食事終了後に実験後のアンケートを実施した。

3.2 評価結果と考察

食事時間は、条件 C が平均 478±145 秒、条件 M が 534±147 秒、条件 G が 591±200 秒となった。各条件 2 群間の有意差は条件 M および条件 G が条件 C より有意に長かった(図 3 左、ウィルコクソンの符号順位検定 対応あり 有意水準 5%)。この結果から、咀嚼回数計数をフィードバックする機能のみでも早食いを抑制できて、提案手法の咀嚼ゲーミフィケーションにおいては食事時間をさらに長くする効果を確認した。

咀嚼回数は、条件 C が平均 563±207 回、条件 M が 579±214 回、条件 G が 629±253 回となり増加傾向が見られるものの有意差はなかった(図 3 右)。この結果から、条件 M と条件 G の両方に咀嚼回数を増加させる効果が示唆された。

実験後の意識付けについては、条件 C に対し、条件 M と条件 G の両方に「ゆっくり食べる意識」と「噛む回数の意識」に有意差があった(図 4)。この結果から、条件 M と条件 G に「ゆっくり食べる意識」と「噛む回数の意識」とを意識付ける効果を確認した。

実験前後の気分変化(図 5)では、条件 G で空腹感が減少し(図 5 右上)、楽しさも増した(図 5 右下)。この結果から、条件 G で空腹感が減少し、楽しさを増す効果が示唆された。

自由記述アンケートでは、条件 G に対して「咀嚼回数なんて気にしたことがなかったので新鮮な体験だった」や「次のアイテムは何が出てくるのか気になった」等の肯定的意見が多く、提案手法の受容性が示唆された。特徴の 1 つである咀嚼ペースの警告に対しては「警告があったほうが気をつけようと思えた」等の肯定的意見と「普段の咀嚼スピードで食べると警告されるのがつまらなかった」等の否定的意見もあり賛否が分かれたが、咀嚼ペースが速いことへの気付きを与えるためには有効な手段と考えられる。

まとめると、条件 C よりも条件 M と条件 G の両方で「ゆっくり食べる意識」と「噛む回数の意識」を意識付けし、食事時間を増加させた。このことから、咀嚼回数機能による早食い抑制の効果を確認した。そして、これらの効果は条件 G で、より大きかったことから、咀嚼ゲーミフィケーションの有効性を確認した。

4. おわりに

本研究では、肥満予防のための早食いを抑制する咀嚼ゲーミフィケーションを提案した。

今後は、咀嚼回数システムの活用範囲を広げるために、口腔機能の維持や脳活動の活性化等の肥満予防以外の効果について研究開発を進め、さらに新しい体験価値を創造したい。

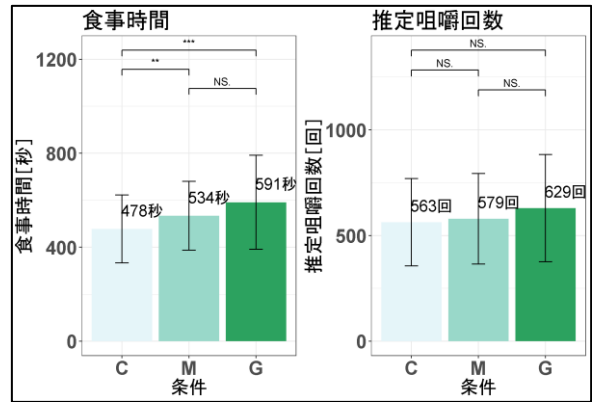


図 3 食事時間と推定咀嚼回数の比較(n=21)

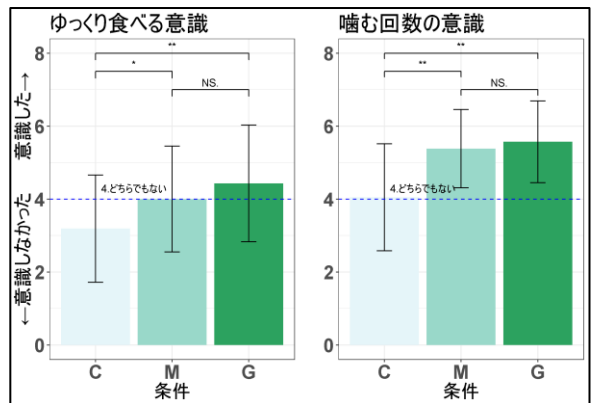


図 4 実験後の意識付けの比較(n=21)

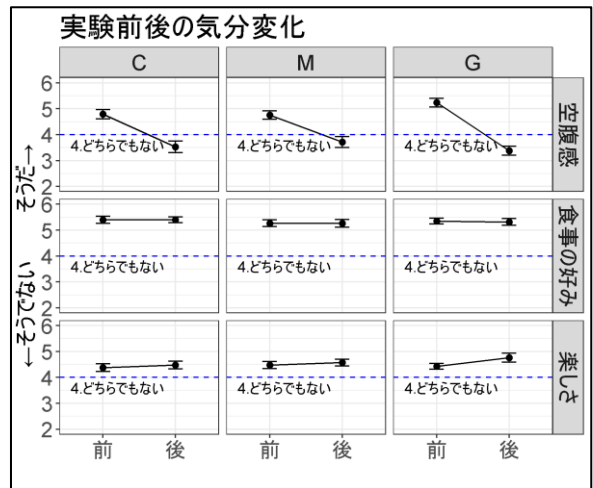


図 5 実験前後の気分変化の比較(n=21)

参考文献

- [1] 厚生労働省, “平成 21 年国民健康・栄養調査結果”, (2009).
- [2] Yuka Hamada, Akane Miyaji, Naoyuki Hayashi, “Effect of Postprandial Gum Chewing on Diet-Induced Thermogenesis”, Obesity, Vol. 24, No. 4, (APRIL 2016)
- [3] 宇野修司, 有泉亮, 金田重郎, 芳賀博英, “骨伝導マイクロフォンを用いた咀嚼回数指導方式の提案”, The 24th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, (2010)
- [4] 熊谷採華, 谷中俊介, 二階雅弘, 小坂崇之, “咀嚼回数増加のきっかけ作りを目的としたゲームシステムの提案”, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム(EC2016), (2016)